Hommage de l'auteur
W Prinz.

LES

MÉTÉORITES

TOMBÉES EN BELGIQUE

ET LES MÉTÉORITES EN GÉNÉRAL

PAR

W. PRINZ,

Attaché à l'Observatoire royal de Bruxelles.

BRUXELLES
Imprimerie XAVIER HAVERMANS,
Galerie du Commerce, 24-32.
—
1885



(Extrait de la Revue *Ciel et Terre*, 5e année.)

Les météorites tombées en Belgique et les météorites en général.

I

L'intérêt qui s'attache à l'examen des météorites réside surtout dans les notions certaines qu'elles nous permettent d'acquérir sur les corps étrangers à notre globe et à l'atmosphère qui l'entoure. Leur étude a définitivement établi, en lui apportant des preuves tangibles, la grandiose conception de l'unité de constitution de l'univers, si brillamment démontrée par le spectroscope. Pourtant, quoique bien des travaux aient déjà été faits sur les pierres cosmiques, quoique des savants leur aient consacré leur vie entière, l'histoire de ces corps n'est pas encore complètement tracée ; leur mode de formation et leur origine sont imparfaitement connus ou reposent sur des hypothèses. Aujourd'hui encore, on peut rappeler avec Buchner la vieille inscription placée dans l'église d'Ensisheim, au-dessus de la plus ancienne météorite qui soit parvenue jusqu'à nous (1) :

« *Un grand nombre sait beaucoup sur les météorites ; chacun en connaît quelque chose ; mais personne n'en sait assez.* »

Il faut cependant reconnaître que les moyens d'investigation dont la science dispose de nos jours ont permis de faire quelques pas en avant, et on peut espérer voir bientôt des données certaines remplacer les hypothèses dont nous devons nous contenter actuellement.

Après que les astronomes eurent calculé la vitesse des étoiles filantes et des bolides, qu'ils eurent déterminé leurs trajectoires, identifiées plus tard par Schiaparelli avec celles des comètes, que les chimistes eurent reconnu par l'analyse jusqu'à la nature des gaz contenus dans les pores des météorites, les minéralogistes et les géologues à leur tour soumirent ces débris cosmi-

---

(1) *Gaea*, 1878, p. 279. — Si, comme on a tout lieu de le croire, la pierre noire de la *Kaaba*, que les pélerins vont adorer à la Mecque, est bien une météorite, elle est beaucoup plus ancienne que celle d'Ensisheim.

ques à leurs investigations. A l'aide du microscope, auquel ils devaient leurs plus belles découvertes, ils donnèrent sur la constitution et le mode de formation des roches météoritiques des aperçus qui permirent de tenter avec succès leur reproduction dans les laboratoires.

La minéralogie et la géologie ont ouvert un horizon nouveau à l'étude des météorites. Aussi nous adresserons-nous surtout à elles pour avoir des renseignements plus complets. Mais avant d'aborder une description détaillée de ces corps, nous croyons utile de rappeler quelques généralités sur le sujet qui nous occupe.

Les météorites sont des fragments métalliques ou pierreux, projetés sur le sol lors de la rupture des corps lumineux désignés sous le nom de *bolides*. Ces derniers traversent l'espace avec une vitesse égale ou même supérieure à celle des corps planétaires. Arrivés dans notre atmosphère, la chaleur engendrée par la compression de l'air brusquement refoulé devant eux les rend incandescents, et enfin ils se brisent à une hauteur souvent considérable, évaluée à 50 kilom. et plus. Beaucoup de bolides traversent l'atmosphère sans se rompre, d'autres se brisent en plusieurs parties, dont quelques-unes s'éloignent de nouveau de notre globe, tandis que le reste se résout en fragments tombant sur le sol.

Les bolides éclatent dans un petit nuage, avec un bruit que les témoins comparent à un ou plusieurs coups de canon, suivis d'une fusillade et d'un bruissement assez aigu, causé par le passage des débris au travers de l'air.

La fragmentation du météore n'est pas due à la dilatation, par la chaleur, de gaz contenus dans les pores de la roche cosmique, comme on l'admettait autrefois, mais au choc de la masse contre l'air comprimé. M. Daubrée à démontré ce fait par ses belles expériences sur la puissance destructive des gaz animés d'une grande vitesse. C'est ainsi qu'une cartouche de dynamite, placée sur une masse d'acier, amène la rupture de cette dernière uniquement par la pression de l'énorme quan-

tité de gaz subitement développée. Lorsqu'on examine les fragments ainsi obtenus, on remarque à leur surface des dépressions ou cupules dues à l'action érosive des gaz cherchant à se frayer une voie. La puissance de ces derniers est encore augmentée par la haute température à laquelle ils sont portés et les mouvements gyratoires qui les animent. On retrouve de semblables dépressions sur les météorites, et leur disposition permet parfois de déterminer la direction suivant laquelle le fragment se mouvait dans l'espace. La friction énergique contre l'atmosphère produit encore l'arrachement de parcelles incandescantes, qui constituent la traînée que le bolide abandonne derrière lui dans sa course rapide (1).

La rupture du bolide est amenée par une cause inverse de celle qui agit sur la masse d'acier dans l'expérience rappelée plus haut, car ici le gaz est au repos et c'est le corps qui se déplace ; cependant le résultat est le même. En effet, par son mouvement vertigineux, le météore produit devant lui une compression de l'atmosphère que l'on peut évaluer, d'après les calculs de Haidinger, Daubrée, Hirn et d'autres, à plus de 50 atmosphères. Si l'on considère d'autre part que cette compression est, pour ainsi dire, instantanée, le mobile étant animé d'une vitesse qui atteint et dépasse 60 000 mètres à la seconde, on comprend que le corps vienne se briser contre l'air comme s'il rencontrait un obstacle solide. L'éclatement est encore favorisé par l'application à la partie super-

(1) M. Daubrée a prouvé par des expériences faites avec des matières explosibles, que les gaz fortement comprimés sont susceptibles d'arracher aux parois métalliques qui leur servent de conduit, des particules excessivement ténues, que l'on peut recueillir au dehors sous forme d'une poussière très fine. Les remarquables résultats obtenus par ce savant dans ses expériences relatives aux météores, sont consignés dans le second volume de ses *Etudes synthétiques de géologie expérimentale* (Paris). Cet ouvrage, et le beau livre de MM. Fouqué et Michel Lévy sur la *Synthèse des minéraux et des roches* (Paris, 1882), contiennent les principaux faits expérimentaux qui ont acquis à l'école des minéralogistes et géologues français une si juste réputation. On y trouvera de nombreux renseignements sur les météorites et leur reproduction dans le laboratoire.

ficielle de la masse d'une chaleur de quelques milliers de degrés, qui fond la roche et provoque dans son sein des dilatations inégales, amenant sa séparation en menus fragments. Nous reviendrons plus loin sur les effets que produit cette haute température. L'énorme chaleur engendrée le long du trajet si rapide du météore au travers de l'air, produit les mêmes détonations que la foudre, et, comme M. Hirn le fait remarquer : « la prolongation du bruit est due à ce que le son produit instantanément sur tout le parcours de l'éclair, ne peut nous arriver que successivement en raison de la distance croissante du lieu de l'explosion (1). »

C'est donc à la rupture d'une masse plus volumineuse que l'on attribue le grand nombre de menus fragments qui viennent tomber sur le sol. Haidinger avait émis l'opinion que les pierres nous arrivent sous forme d'essaims et déjà isolées les unes des autres avant leur entrée dans notre atmosphère. Cette manière de voir, qui semblait être confirmée par l'observation de météores multiples (2), est inconciliable avec la présence de cassures fraîches ou partiellement recouvertes du vernis de fusion que les pierres présentent souvent. Néanmoins il n'est pas impossible que ce fait se produise, car on a observé des bolides qui se suivaient de très près en parcourant des trajectoires semblables.

Les pierres ont un aspect fragmentaire, ou celui de pyramides tronquées, ou enfin celui de prismes plus ou moins réguliers. Une des pierres tombées à Tourinnes-la-Grosse (près de Louvain) présente ce dernier caractère. La surface de chaque débris est enduite d'une croûte noire, mince, brillante ou mate, suivant la composition de la pierre, résultant de la fusion des silicates et des métaux qui la constituent. De plus on constate la présence de dépressions, ressemblant à des

---

(1) *L'Astronomie*, nº 7, 1883, p. 253.

(2) Le météore multiple, observé à Athènes en 1863, que l'on cite souvent à l'appui des idées de Haidinger, ne s'est fragmenté que 3 ou 4 secondes après le moment de son apparition (*Sitzungsber. der Wiener Akad.*, Vol. XLVIII, 1863, p. 551).

empreintes de doigts, convergeant quelquefois vers un même point. Les plus profondes de ces cavités peuvent être dues à l'éclatement de petites parties de la pierre ou à leur arrachement quand celle-ci se brise (1); ensuite l'action érosive des gaz surchauffés les aurait agrandies ou creusées davantage. Les tourbillons gazeux peuvent aussi avoir été seuls à les produire, ainsi que nous l'avons vu dans l'expérience rappelée plus haut. La première impression, à la vue d'une météorite ainsi érodée, est celle d'une pâte molle, portant encore les traces du pétrissage. Mais ce n'est là qu'une apparence, car plusieurs fois on a retrouvé à de grandes distances les uns des autres des fragments qui portaient ces cupules et qu'on a pu rejoindre en un échantillon unique, ce qui eût été impossible si la masse avait été plastique. Quoique ces fragments soient recouverts de la croûte noire, cette dernière n'a pu se former pendant le trajet parcouru par les débris entre le lieu où le bolide se rompit et le point où ils touchèrent le sol. Ils sont animés, dans cette dernière course, d'une vitesse trop faible pour amener un pareil résultat; car au moment de la rupture du météore sa vitesse primitive est en majeure partie annulée, et les fragments, lancés dans toutes les directions, *tombent*, sollicités surtout par la pesanteur. On doit donc admettre que l'enduit de fusion qui existe sur les cassures fraîches s'est produit au moment même de la rupture. Remarquons qu'il est ordinairement moins épais sur ces faces, quelquefois même celles-ci sont seulement noircies par la chaleur.

Immédiatement après leur chute, les fragments sont encore assez chauds. Le fer météorique de Braunau (Bohême) était tellement brûlant, six heures après son arrivée sur le sol, qu'on ne pouvait le toucher. La chaleur des météorites pierreuses est généralement plus faible et toute superficielle, par suite de leur mauvaise conductibilité. Il arrive même que

(1) Stan. Meunier, *Sur les formes extérieures des météorites* (*La Nature*, 1878, 2me Sem., p. 139).

la basse température de leur partie centrale détruise immédiatement la chaleur qu'elles reçoivent de l'extérieur. Ainsi les pierres tombées à Dhurmsala (Inde) étaient si froides qu'elles causèrent une sensation douloureuse quand on voulut les prendre en main. La chaleur qu'elles avaient reçue pendant leur court passage dans l'atmosphère, n'avait pu détruire le froid, évalué à — 140°, acquis pendant leur long voyage dans l'espace.

Plusieurs auteurs, en groupant les observations connues, ont cherché à démontrer qu'il n'existait aucune relation entre les bolides et les étoiles filantes. L'époque de la plus grande fréquence des premiers ne coïncidant pas avec les maxima d'apparition des secondes, on en a conclu que les deux phénomènes étaient différents. Les données qui servent de base à ces déductions sont trop peu nombreuses et se ressentent trop du manque d'observations pendant les heures de nuit, pour permettre d'établir des lois certaines; aussi aujourd'hui semble-t-on disposé, avec raison selon nous, à identifier les bolides avec les étoiles filantes. Il serait en effet difficile de les en séparer, puisqu'il n'est pas de pluie d'étoiles filantes qui ne soit accompagnée de météores plus volumineux, à traînée persistante et projetant des étincelles avant de s'éteindre. Ces météores se comportent donc comme les nombreux bolides qui traversent notre atmosphère sans nous abandonner de météorites. Notons aussi qu'on est parvenu à rattacher la trajectoire de quelques bolides bien caractérisés, à des radiants d'étoiles filantes, ainsi que les travaux de M. Niessl (1) l'ont établi. Par conséquent c'est plutôt dans la constitution physique ou dans la composition chimique des étoiles filantes qu'il faudra chercher l'explication des différences constatées (2).

La distribution géographique des météorites, au contraire, a

---

(1) *Astron. Nachr.*, nos 2222 et 2223. — *Sitzb. d. Wiener Akad.*, vol. LXXIX, p. 723, et vol. LXXXIII, p. 96.

(2) Hirn, loco cit., p. 254.

pu être établie avec plus de certitude, et l'on a reconnu que les bolides tombent le plus fréquemment dans la zone de l'hémisphère Nord comprise entre les 20e et 45e parallèles ; du moins leur chute a-t-elle surtout lieu dans certains pays situés dans ces limites : le midi de la France, le nord de l'Italie, l'Autriche-Hongrie, l'Inde et l'Amérique septentrionale ont reçu la grande majorité des météorites connues.

On a trouvé dans les météorites un assez bon nombre de corps simples, donnant naissance à des minéraux identiques à ceux de notre sol. Nous en avons groupé les principaux dans le tableau suivant :

Silicium. *Magnésium.* *Aluminium.* *Potassium.* *Sodium.* *Calcium.*	Ces éléments donnent naissance aux silicates suivants : l'enstatite (bisilicate de magnésium) et autres minéraux voisins, bronzite, pyroxène, hypersthène ; l'olivine ou péridot (monosilicate de magnésium et de fer); des silicates d'aluminium, de potassium, de sodium et de calcium, formant des minéraux appartenant à la série feldspathique.

Oxygène. — Entre surtout dans la composition des silicates.

Fer. — Forme la presque totalité de certaines météorites. Il est aussi répandu à l'état de grains dans les météorites pierreuses.

Nickel. *Cobalt.*	Accompagnent toujours le fer.
Soufre. *Phosphore.*	Combinés avec les métaux, forment : La pyrrhotine ou pyrite magnétique ; La schreibersite (phosphure de fer et de nickel).

Chrome. — Combiné au fer, constitue les grains de fer chromé.

Carbone. — Entre dans la composition des météorites charbonneuses et se trouve à l'état de graphite dans les fers météoriques.

Mentionnons encore : le plomb, l'étain, le cuivre, le manganèse, l'arsenic, le titane, le molybdène, l'azote, l'hydrogène, le chlore.

Jusqu'à présent on n'a pas rencontré de corps simples nouveaux dans les météorites, quoiqu'on en ait plusieurs fois

soupçonné la présence. Par contre, certains composés minéraux sont particuliers aux roches cosmiques; citons :

la schreibersite (Haidinger) ;
la daubréelite, sesquisulfure de chrome et de fer (Lawrence Smith) ;
la lawrencite, protochlorure de fer (Daubrée) ;
la maskelynite, cristaux allongés, isotropes, d'une substance blanche, transparente, ayant la composition d'un feldspath labrador (Tschermak).

L'eau n'y a pas été reconnue avec certitude; les silicates qui constituent les météorites sont anhydres et des plus réfractaires.

Les débris abandonnés sur notre sol par les bolides sont de plusieurs espèces. Ils ont été différemment classés par les savants qui se sont occupés de ce genre de recherches. Il suffira, pour l'intelligence de notre description, de les subdiviser en trois groupes, que nous allons rapidement parcourir : les fers météoriques, les météorites pierreuses communes et les météorites charbonneuses. C'est à peu près la classification adoptée par M. Daubrée (1).

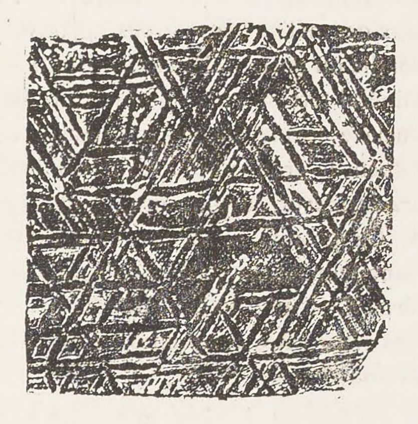
Fers météoriques. — La chute des fers météoriques est très rare; depuis les temps historiques il n'y a que les deux chutes d'Agram (Croatie, 26 mai 1751) et Braunau (Bohême, 14 juillet 1847) qui ne puissent être sujettes à caution. Les nombreux fers aujourd'hui recueillis ont été trouvés accidentellement; c'est l'Amérique du Nord qui en a fourni la plus grande quantité. Un grand nombre ont été découverts à une faible profondeur, par des laboureurs ; on en a aussi retrouvé chez des forgerons, à qui ils servaient d'enclume; d'autres ont été partiellement sauvés du haut-fourneau, où on les traitait en vue d'en extraire le métal.

La grande ténacité des fers météoriques les empêche de se rompre aussi facilement en menus fragments que les météorites pierreuses, et ils fournissent souvent des masses d'un poids considérable. Plusieurs fragments ont de 50 à quelques centaines de kilog. ; quelques-uns dépassent 1000 kilog. ; enfin

(1) *Ciel et Terre*, 1880, p. 315.

certains blocs atteignent des poids plus élevés encore : ceux de Bemdego (Brésil), 9600 kilog. ; ceux de Tucuman (Rio de la Plata), 15000 kilog. environ ; les célèbres masses de Cranbourne (Australie), 8 à 10000 kilog.

Les fers météoriques ont ordinairement une constitution cristalline, lamellaire. Les lames qui composent l'échantillon sont formées d'un alliage de fer et de nickel et contiennent des quantités variables de ce dernier métal. Si l'on scie une plaque hors d'un bloc de fer météorique, en dirigeant la section de façon à recouper les lamelles, et qu'on la polisse, on peut par l'action d'un acide étendu faire apparaître sur la face dressée des traits saillants, par suite de l'attaque plus rapide des parties moins riches en nickel. Ces traits se croisent sous des angles déterminés, qui permettent de reconnaître la forme du cristal dont l'échantillon n'est qu'une partie; on les appelle figures de Widmanstaetten. On a donc ainsi une véritable gravure en relief, susceptible de fournir de très belles épreuves, facilitant l'étude et la comparaison des échantillons. Malgré la grandeur



Figures de Widmanstaetten obtenues par l'attaque d'une surface polie du fer météorique de Carthage (Amérique du Nord). — Reproduction héliographique d'après Tschermak, *Lehrbuch der Mineralogie*, 1884, p. 568, fig. 3.

des fragments, qui ne sont eux-mêmes que des débris de masses plus grandes encore, les lamelles restent parallèles entre elles; le tout constitue par conséquent un individu cristallin unique, dont la forme est généralement l'octaèdre, quelquefois le cube. Plusieurs auteurs ont conclu de cette disposition, qu'il a fallu un temps considérable et un repos absolu pour donner naissance à des cristaux de semblables dimensions. Cette manière de voir n'est nullement fondée, car nous savons que plusieurs métaux en fusion ont une tendance à prendre une structure lamellaire au moment du refroidissement ; l'antimoine et le bismuth en sont des exemples bien connus. M. Daubrée a même obtenu, en fondant ensemble du fer, du nickel et du protosulfure de fer, un culot dont la structure reproduit de très près les figures de Widmanstaetten. Il est évident qu'en employant un volume plus considérable de matière, le résultat de l'expérience eût été le même.

Le fer météorique contient, outre le nickel, du graphite, de la schreibersite, de la pyrite magnétique, du cobalt. Dans certains échantillons apparaît l'un des éléments minéralogiques principaux des météorites pierreuses, l'olivine, sous forme de grains arrondis ou portant des faces cristallines, semblables à celles du minéral terrestre ; ces grains sont disséminés et le fer qui les enclave forme encore une masse continue. Ces pierres constituent le groupe des *syssidères* de M. Daubrée. Dans les *sporadosidères*, au contraire, ce sont les silicates qui prédominent. Ce groupe se divise en trois sous-groupes, appelés, suivant leur teneur en fer, *polysidères*, *oligosidères* et *cryptosidères*. C'est au deuxième de ces sous-groupes qu'appartiennent les météorites auxquelles leur grande fréquence a fait donner le nom de :

Météorites communes. — Les météorites pierreuses sont ordinairement peu volumineuses ; très rarement leur poids atteint quelques centaines de kilogrammes ; il descend parfois à des fractions de gramme. Les plus petits débris peuvent être

considérés comme une transition entre les météorites et les poussières cosmiques proprement dites. On peut exprimer leur dimension la plus fréquente en les comparant au volume du poing ; on en rencontre peu qui aient le volume de la tête. Par contre leur nombre est souvent considérable : les chutes célèbres de Laigle (France, 26 avril 1803), Pultusk (Pologne, 30 janv. 1865), Knyahinia (Hongrie, 9 juin 1866) et plus récemment celle de Mócs (Hongrie, 3 février 1882) ont fourni chacune plusieurs milliers de pierres. Dans ce cas, l'aire de dispersion à la surface du sol est une ellipse très allongée dont le grand axe est orienté suivant la direction du bolide. Les pierres les plus lourdes conservant plus longtemps leur force vive, se trouvent à l'extrémité antérieure de l'ellipse, les plus petites ne pouvant vaincre aussi facilement la résistance de l'air, restent en arrière. Cette disposition a été vérifiée une fois de plus lors de la chute de Mócs. Elle est rendue très évidente si l'on porte sur une carte l'emplacement des débris, en les figurant par des points dont la grosseur soit proportionnelle au volume des échantillons. Le croquis que nous reproduisons ci-contre est emprunté au travail de M. Koch sur cette chute et représente à l'échelle de 1 : 144000 l'espace sur lequel les météorites ont été retrouvées (1).

Le groupement des pierres autour de certaines localités indique évidemment que les recherches ont surtout été faites en ces points peu étendus par rapport à la surface des campagnes environnantes ; aussi le nombre des échantillons a-t-il été évalué à 2,000, quoiqu'on n'en ait ramassé que 200 environ.

La plus grosse pierre tombée, à la partie antérieure de l'ellipse, près de Mócs, pesait 35,70 kilog. et s'est enfoncée à 65 centim. dans un sol gelé, après avoir brisé les branches d'un arbre ; non loin de là se trouvait le second échantillon, de 8,37 kilog.

---

(1) *Sitzb. der Wiener Akad.*, vol. LXXXV, 1882, p. 116. Abth. I.



Jusqu'à présent c'est la plus grosse des pierres tombées à Knyahinia qui l'emporte en poids sur toutes les météorites pierreuses connues; elle pèse 300 kilog. à quelques grammes près. Cette chute remarquable a fourni un millier de pierres pesant ensemble environ 500 kilog. (1). Puis vient la météorite d'Ensisheim, 127 kilog., et celle de Juvinas (France), 110 kilog.

La composition minéralogique des météorites pierreuses peut être établie d'une manière générale comme suit : la majeure partie de la roche est constituée par deux des silicates cités plus haut, l'olivine et l'enstatite ; dans la masse sont disséminés des grains de fer nickelifère, des sulfures, etc. Lorsqu'on brise une de ces météorites, on voit sur la face de cassure un nombre plus ou moins grand de globules grisâtres, de dimensions variables ; ils dépassent rarement quelques millimètres de diamètre ; souvent ils sont microscopiques. G. Rose a donné le nom de chondrites (χόνδρος, grain, sphérule) aux météorites présentant ce caractère. Nous aurons l'occasion de les décrire plus en détail, car les météorites tombées en Belgique appartiennent toutes au groupe des chondrites.

Les météorites charbonneuses ou *asidères* de M. Daubrée diffèrent entièrement de celles que nous avons vues jusqu'à présent. Elles sont fort rares ; quatre ou cinq chutes seulement

---

(1) Haidinger, *Sitzb. der Wiener Akad.*, vol. LIV. Abth II.

ont été constatées avec certitude, parmi lesquelles il convient de citer le remarquable bolide d'Orgueil (France).

Leur composition anormale a fait espérer un moment qu'on y rencontrerait des matières organiques. En effet elles renferment une assez grande quantité d'une substance carbonée, semblable aux tourbes ou aux lignites. Des recherches précises ont montré que seule la composition chimique de cette matière est semblable à celle des produits organiques auxquelles on l'a comparée ; elle ne possède aucune structure. Voici l'analyse chimique de cette substance humique, d'après M. Cloez. En regard nous avons placé les analyses d'une tourbe et d'un lignite, auxquels cet auteur la compare :

	Météorite.	Tourbe.	Lignite.
	—	—	—
Carbone	63,45	60,06	66,50
Hydrogène	5,98	6,21	5,33
Oxygène	30,57	33,73	28,17
	100,00	100,00	100,00

A ce produit sont associées des particules de silicates, probablement analogues à celles qui composent les météorites pierreuses et qui forment à peu près 56 % de la masse. Enfin on trouve encore dans cette météorite des cristaux de pyrite et d'un carbonate double de magnésie et de fer, la breunerite. Un fait excessivement remarquable à signaler, c'est que toutes ces matières sont cimentées par des sels hydratés, parmi lesquels dominent le chlorure d'ammonium et le chlorure de sodium. Aussi, lorsqu'on plonge un fragment de la pierre dans l'eau, se désagrège-t-il rapidement ; on trouve au fond du vase une poudre noirâtre, mélangée à des esquilles cristallines. Cette poudre noire est tellement ténue qu'elle traverse les filtres les plus serrés. Partant de cette expérience, M. Daubrée a fait remarquer que les fragments se seraient résolus en boue si leur chute avait eu lieu par un temps pluvieux (1).

(1) On trouvera des renseignements complets sur cette météorite remarquable dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences de Paris, vol.58, 1864, et suivants.

La présence de sels solubles dans l'eau et facilement vaporisables par la chaleur dans de semblables météorites, nous montre bien que les espaces qu'elles traversèrent étaient froids, et que la croûte vitrifiée qui les recouvre est due à une application toute locale de la chaleur.

Les généralités que nous venons d'exposer si rapidement seraient insuffisantes pour permettre au lecteur de se rendre exactement compte du mode de formation des météorites. Il faut pour cela procéder à une analyse plus complète. Pour ne pas sortir des bornes de ce travail, nous nous contenterons d'examiner de plus près le groupe des météorites pierreuses communes, qui est un des mieux connus. Les pierres tombées en Belgique appartenant toutes à ce groupe, nous obtiendrons, en les étudiant, les matériaux nécessaires pour aborder avec fruit le problème de l'origine des roches cosmiques. L'application du microscope à l'analyse de ces roches a puissamment contribué à établir exactement leur nature, et c'est surtout pour montrer les services que cet instrument peut rendre dans ces recherches, que nous sommes entré dans la description détaillée de l'une des météorites belges dont l'analyse microscopique n'avait d'ailleurs pas encore été faite.

Depuis le commencement de notre siècle, c'est-à-dire depuis l'époque où le mémoire de Chladni établissait l'origine cosmique des météorites (1794), trois chutes eurent lieu dans nos contrées : en 1855, 1863 et 1868. Nous n'avons pas cru devoir insister sur les chutes antérieures à cette époque : les renseignements relatifs à ces phénomènes sont difficiles à recueillir, ils sont en outre tellement entachés d'erreurs et d'exagération, qu'il est généralement impossible de se faire une idée exacte de leur importance. Nous reproduisons cependant pour trois chutes anciennes des récits qui nous paraissent avoir un degré de certitude suffisant pour être conservés dans les catalogues; ils offrent en tout cas un intérêt historique qui justifie leur mention sommaire.

II

Année 1186.

Cette chute, qui ne se trouve pas renseignée dans le catalogue de Chladni, ni dans aucun de ceux publiés depuis, est indiquée dans la liste d'anciennes observations météorologiques qui termine les *Essais sur la statistique ancienne de la Belgique*, du baron de Reiffenberg (1).

M. J. Hoyas a eu l'obligeance de nous communiquer, à ce sujet, l'extrait suivant de l'*Histoire de la Ville de Mons*, publiée en 1725 par G. J. De Boussu, relatif à une grêle de pierres qui se serait abattue sur cette ville : « A peine les habitants de cette province (Hainaut), désolée par la guerre faite en 1186 à l'occasion de l'achat de Lembeek par Baudouin, avoient-ils mis tous leurs soins à rétablir une partie de leurs demeures ruinées par les armées, pour se mettre à couvert des injures de l'air, que Dieu les châtia d'une autre verge, par une grêle de pierres qui tomba le 30 juin, dont la grosseur pesoit plus d'une livre, et surpassoit celle d'un œuf ; cet orage furieux poussé par le vent, gâta toute la moisson, foudroya les bâtiments, écrasa les bêtes, déracina les arbres et tua une quantité d'hommes » (p. 51).

S'agit-il réellement d'une chute de météorites, ou bien de pierres soulevées et transportées par un vent violent, ou même simplement de grêlons énormes? Nous ne saurions le dire, aucun des fragments n'étant parvenu jusqu'à nous.

Vers 1500.

A cette époque, selon toutes probabilités, il a dû tomber une météorite aux pieds d'un comte de Nassau, dans un champ, aux environs de Bruxelles. Le comte, considérant le phénomène comme un présage ou un don du ciel, prit grand soin de la pierre. Le célèbre Albert Durer, dans son voyage à Bruxelles (1520-1521), eut l'occasion de la voir; il la cite dans ses

---

(1) *Mém. de l'Acad. de Belgique*, t. VII, 1832.

notes parmi les curiosités que le comte lui montra (1). Chladni ayant lu les écrits de Durer, se rendit à Bruxelles afin d'examiner la météorite ; mais, dans l'intervalle, le palais avait été incendié et reconstruit ; quant à la pierre, elle était perdue. Notre savant dut se contenter de lire, à la Bibliothèque, une description de l'ancien palais des comtes de Nassau, contenant l'indication exacte de l'endroit où la pierre était abritée. Elle était placée dans une niche, au premier étage, à gauche d'un balcon d'où on pouvait la voir de près. Aucun des auteurs de l'époque que nous avons consultés, ne la mentionne.

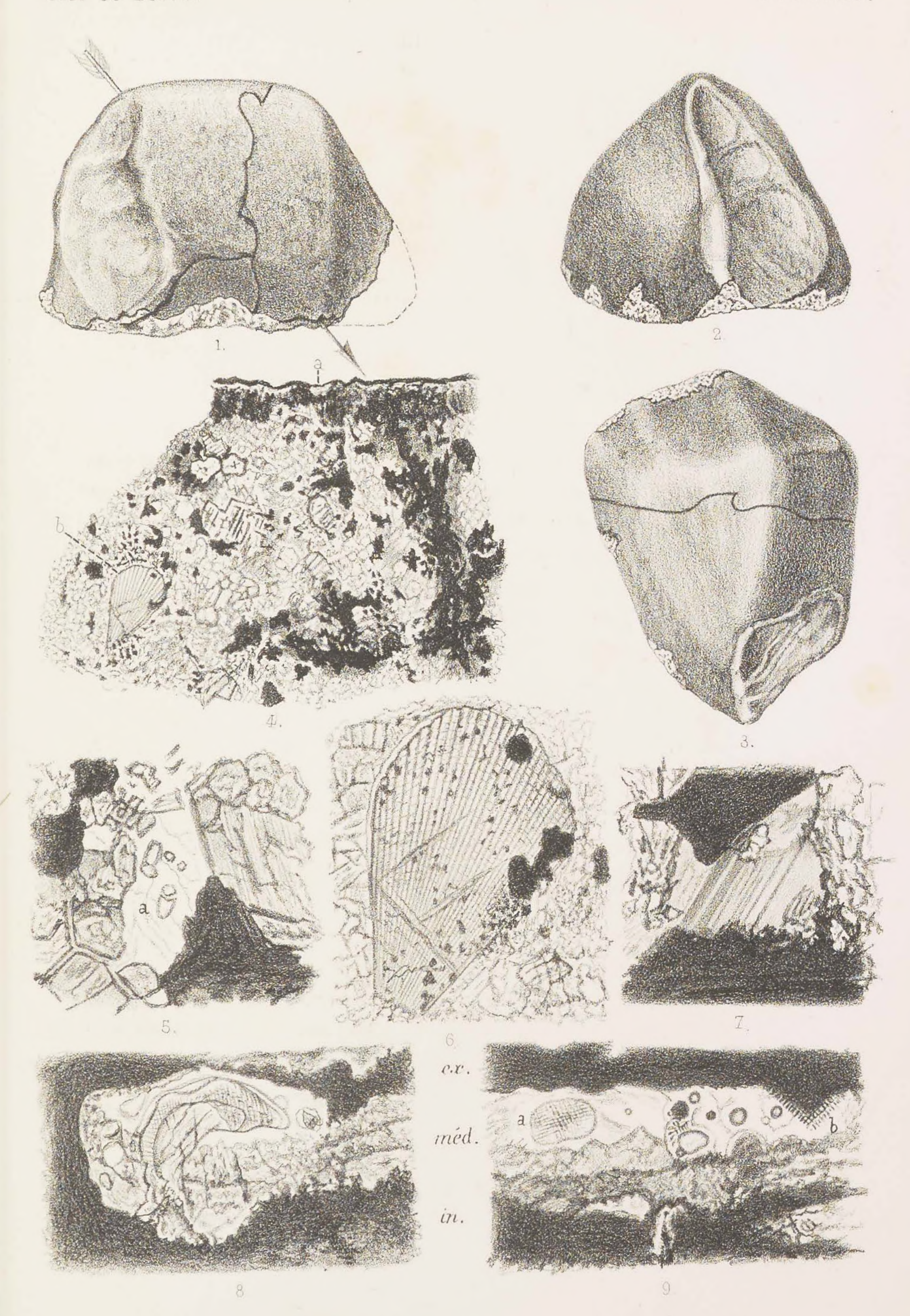
1564.

L. d'Arnim cite dans les *Annales de Gilbert* (vol. 22, p. 331), un passage d'un feuillet imprimé, conservé à la Bibliothèque ducale de Gotha, relatant le récit d'une chute de pierres ayant eu lieu entre Malines et Bruxelles, le premier mars 1564, à 9 heures, probablement le soir. La traduction que nous en donnons permettra à nos lecteurs de se faire une idée de la superstition de nos ancêtres au sujet des météorites.

« Le ciel était d'abord clair ; à neuf heures il devint incandescent et répandit un reflet donnant à tout un aspect jaune. En ce temps apparurent trois hommes, ayant la figure de rois, avec des couronnes sur la tête, qui demeurèrent environ trois quarts d'heure. Après cela ils se réunirent, et restèrent à peu près un quart d'heure ensemble, puis disparurent. Alors tombèrent d'épouvantables pierres du ciel, semblables en forme et en couleur à des billes, parmi lesquelles certaines, fort grandes, pesaient de 5 à 6 livres ; il y en avait de plus grandes et de plus petites ».

Chladni, dans le catalogue de chutes de pierres qu'il publia dans les *Annales Belgiques* (t. 3, p. 101), mentionne à cette date : « La relation d'une chute, an 1564, entre Malines et Bruxelles, ne paraît être qu'une plaisanterie. » Dans un autre

(1) *Cabinet de l'amateur et de l'antiquaire*. Paris, 1842.



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.

W. Prinz, ad. nat. Lith. G. Severeyns, Bruxelles.

travail (1), ce physicien motive son appréciation en faisant remarquer que le nom de la ville où le feuillet fut imprimé, contient une faute (Laugingen au lieu de Lauingen) et que le nom de l'imprimeur (Salzer) est assez baroque. D'après lui, cet écrit ne serait qu'une satire contre la crédulité du temps. Cependant il ajoute que, s'il y a quelque chose de vrai dans cette narration, il se pourrait qu'on ait pris pour des figures de rois les nuages de forme souvent bizarre accompagnant le phénomène.

On est disposé à partager cette dernière opinion, si l'on songe qu'un siècle plus tard, bien des auteurs figuraient encore des pluies de croix et d'épées, et que les chutes de météorites étaient représentées, non par trois personnages, mais par des armées entières. Quant à la différence d'orthographe du nom de la ville, elle n'est pas rare dans les vieux ouvrages. Enfin nous ferons encore remarquer que le poids des pierres, contrairement à ce que l'on constate dans les récits de ce genre, n'a rien d'exagéré.

1855.

Le 7 juin, vers 7 3/4 h. du soir, une météorite tomba dans un champ près de St-Denis Westrem, au SO. de Gand. Elle est la première sur laquelle nous ayons des données exactes et dont les débris nous aient été conservés.

Quelques jours après l'événement, M. le professeur Duprez, membre de l'Académie, recueillit des renseignements précis sur le phénomène et soumit la pierre à un premier examen. Le résultat de ses observations fut consigné dans une note, à laquelle nous empruntons ce qui suit (2).

La météorite s'enfonça de deux pieds environ dans le sol, à une trentaine de pas de deux villageois. La chute eut lieu par un air calme et un ciel peu nuageux; le bruit entendu par les

(1) *Ueber Feuer-Meteore*, 1819, p. 215.
(2) *Bull. de l'Acad. de Belgique*, 1855, t. II, p. 54.

témoins ressemblait à celui que ferait un train en marche. Cette météorite fait donc partie du petit nombre de celles qui tombèrent sans accompagnement de phénomènes lumineux, ni de détonations. La pierre, encore chaude au moment où on la ramassa, émettait une odeur sulfureuse. Le poids total du fragment était de 700,5 grammes ; sa densité fut trouvée égale à 3,293, à 14°.

Aujourd'hui des parties de cette pierre existent encore dans diverses collections. Toute la moitié de gauche (fig. 1) a été donnée par Ad. Quetelet au musée de Vienne; le musée de Gœttingue en a reçu un fragment de 51 gr. et quelques collections privées en possèdent également des débris. Avant de faire cette mutilation regrettable, on eut l'heureuse idée de prendre un moulage de la pierre. M. Duprez a bien voulu nous communiquer un de ces moulages, d'après lequel nous avons exécuté les dessins qui accompagnent ce travail. Il a eu l'obligeance d'y joindre un échantillon de la météorite elle-même, qui nous a servi à établir ses principaux caractères minéralogiques.

Comme M. Duprez l'a fait remarquer, la pierre a un aspect fragmentaire. Elle ressemble à une pyramide, ou plus exactement à un toit dont le faîte irait en s'élargissant (fig. 2 et 3). La base, qui a un contour hexagonal irrégulier, contraste par sa rugosité avec les surfaces lisses du restant de la pierre. Ces dernières parties portent quelques-unes de ces impressions ou érosions dont nous avons déjà parlé. On en remarque une, peu profonde, il est vrai, mais assez grande, à gauche d'une saillie très prononcée qui se trouve à l'une des extrémités de la pierre (fig. 2). A droite de la saillie, se présente une cavité beaucoup plus accentuée, due à la réunion de plusieurs empreintes plus petites, dont les deux supérieures, parallèles entre elles, sont les mieux marquées. La disposition des parties érodées, le peu d'épaisseur et l'irrégularité de l'enduit de fusion sur la surface basique, amenèrent von Haidinger (1) à admettre

(1) *Sitzb. der Wiener Akad.*, vol. XLII, p. 9.

que la pierre se mouvait à peu près dans le sens de la flèche fig. 1. Dans ces conditions, la base aurait été plus ou moins préservée, pendant que les autres parties étaient fondues et érodées par les remous violents de l'air se précipitant dans le vide formé à l'arrière du mobile. Cette manière de voir n'explique pas d'une manière satisfaisante la forme de la pierre de St-Denis ; il serait peut-être plus exact d'admettre que toute la partie qui se trouve au-dessus de la base, constituait ce que M. Tschermak (1) appelle une surface ancienne (alte Fläche), c'est-à-dire une surface faisant plus ou moins saillie au-dessus de la masse principale du bolide et qui, par conséquent, serait surtout exposée à l'attaque des tourbillons gazeux. Leur action s'exerçant plus particulièrement sur certaines parties, ils produisirent les impressions dont nous parlions plus haut, et finalement détachèrent de la masse principale le débris qui constitue la météorite de St-Denis. Mais au moment de cet arrachement, le débris ne participant plus à la vitesse du bolide, la chaleur fut insuffisante pour former sur la surface de cassure (la base) un enduit de fusion aussi épais que sur les autres parties.

Lorsqu'on brise l'enduit noir de fusion, on voit qu'il n'a guère qu'un tiers de millimètre d'épaisseur ; la partie réellement vitrifiée est beaucoup plus mince encore; elle est plus dure que la masse interne. Cette dernière est de couleur gris-bleuâtre, sableuse, et se désagrège facilement sous la pression de l'ongle. Dans la cassure fraîche on voit partout briller des particules de fer nickelifère, ayant l'éclat de l'argent ; elles dépassent rarement un millimètre, souvent elles sont entourées de taches brunes. La pyrite magnétique est répandue sous forme d'une fine poussière bronzée dans toute la masse ; celle-ci contient encore comme élément discernable à l'œil nu, des globules grisâtres ou chondres, inégalement répartis. La pâte dans laquelle tous ces éléments sont enchassés est constituée

(1) *Sitzb. der Wiener Akad.*, vol. LXXXV, p. 197.

par des grains si ténus, qu'il est impossible par ce simple examen d'en fixer la nature ; l'analyse chimique nous fournira quelques renseignements à cet égard. Le peu de substance que nous avions à notre disposition n'a pas permis le dosage de tous les éléments. Aussi M. Renard, qui a bien voulu se charger de cette recherche, n'a-t-il pu faire qu'une analyse partielle, dont voici les résultats :

Silice	47.22
Magnésie	26.60
Protoxyde de fer	24.31
Alumine	0.27
Soude, potasse	.
	98.40

La silice, la magnésie et une partie du fer se rapportent à l'enstatite et à l'olivine ; l'alumine et les alcalis peuvent se trouver à l'état de mélange dans ces deux minéraux, mais il paraît plus probable qu'ils appartiennent à un minéral feldspathique.

Les données fournies par l'analyse nous renseignent uniquement sur la composition des matériaux de la météorite; il importe de connaître aussi l'état physique des minéraux qui la constituent, afin de chercher à établir son mode de formation. La petitesse des éléments nous oblige de recourir à l'examen microscopique, rendu si facile aujourd'hui par l'emploi de lamelles transparentes, telles qu'on les utilise couramment dans l'étude des roches en général. Cette méthode ressemble donc à celle que les zoologistes et les botanistes emploient pour saisir les rapports existant entre les diverses parties des tissus animaux ou végétaux, avec cette différence toutefois, que la préparation des fines coupes de minéraux se fait par usure, à l'aide de poudre d'émeri (1). On produit ainsi des lamelles ayant moins

(1) Cette méthode, créée par Sorby, a été introduite par Zirkel en Allemagne, où elle est universellement répandue aujourd'hui, grâce aux travaux des Zirkel, Rosenbusch, Vogelsang, von Lasaulx, Tschermak et tant d'autres. Par son emploi il a été possible d'asseoir les théories géologiques sur des bases plus solides et de faire

de 0,05mm d'épaisseur, dans lesquelles tous les minéraux, sauf de rares exceptions, sont complètement transparents.

La figure 4 représente une partie d'une lame mince de la météorite de St-Denis, obtenue par ce procédé. Elle est taillée perpendiculairement à la surface fondue et dessinée sous un grossissement d'environ 12 fois. Ce faible agrandissement permet de prendre une vue d'ensemble de la lame. On voit que l'écorce noire n'est pas homogène, elle est formée de trois zones, dont l'une, celle du milieu, est transparente. La roche cosmique, loin de posséder une structure semblable à celle de nos roches cristallines ou sédimentaires, nous apparaît sous la forme d'un amas de grains et de débris de cristaux, à angles vifs ou légèrement arrondis. Parmi ceux-ci on en distingue qui ont une structure lamellaire et qui sont traversés par un système de fissures plus ou moins obliques ; leurs contours et leurs propriétés optiques les font rapporter à l'enstatite. Le reste de la masse se compose d'esquilles d'olivine d'une teinte verdâtre. Tous ces débris sont accolés sans ciment visible, ils constituent une brèche microscopique au milieu de laquelle se détachent des sections de globules ou chondres (fig. 4, *b*). Les granules de fer nickelifère (en noir dans la fig.) sont irréguliers; souvent ils remplissent de petites fissures. Ce métal s'est solidifié après les débris de silicates, puisqu'il se moule sur eux ou même les enchâsse. Enfin toute la roche est saupoudrée d'une infinité de petits points dorés de pyrite et de grains noirs, translucides et brunâtres sur les bords, de fer chromé.

Certaines parties de notre description demandent, pour être complétées, à être reprises sous un grossissement plus puissant.

La section considérablement agrandie de la croûte noire nous permet de mieux séparer les trois zones d'inégale épais-

---

disparaître d'innombrables erreurs, dues à l'imperfection des méthodes anciennes. Deux savants belges, MM. Renard et de Lavallée, ont utilisé le microscope avec le plus grand succès dans leurs beaux mémoires publiés depuis 1876. On peut s'étonner que leur exemple n'ait jusqu'ici trouvé aucun imitateur parmi le grand nombre de personnes s'occupant de géologie dans notre pays, où l'on semble encore ignorer un moyen d'investigation indispensable à cette science.

seur que nous avions distinguées d'abord. La zone la plus interne (fig. 4, 8 et 9) et aussi la plus large, semble formée par le dépôt, dans les fissures des grains de silicates, d'une matière noir-brunâtre, opaque, une sorte d'enfumage, provenant probablement de la combustion incomplète ou de la fusion des sulfures, dont quelques granules brillent encore dans cette partie (1). Dans la zone transparente, qui suit la précédente en allant vers l'extérieur, on reconnaît encore les mêmes éléments que ceux dont la roche est composée, mais ils portent des traces évidentes de fusion, d'autant plus prononcées qu'on se rapproche davantage de l'extérieur. Les grains cristallins, devenus un peu laiteux, se soudent d'abord, puis se fondent, par places, en un verre transparent, dans lequel les phénomènes optiques propres aux substances cristallisées ont totalement disparu ; on y aperçoit quelques bulles gazeuses. Si les grains sont volumineux ou s'ils appartiennent à un minéral très réfractaire, ils opposent plus de résistance à la chaleur et ne se fondent que partiellement. Notre fig. 8 représente un grain d'olivine imparfaitement fondu ; il a la forme d'un croissant tournant le côté convexe vers l'extérieur. De ce côté seulement, il est entouré de couches vitrifiées, indistinctes, qui finissent

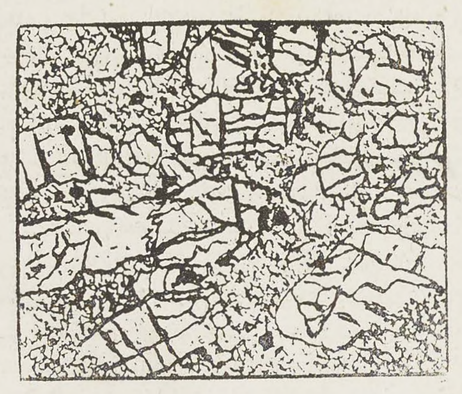
(1) La combustion du soufre est aussi rendue évidente par la forte odeur que les pierres dégagent lorsqu'elles sont encore chaudes D'autre part, M. Stan. Meunier a démontré que les météorites deviennent noires par la calcination (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 339). Cet auteur attribue la coloration à un changement moléculaire, donnant naissance à un silicate noir. En effet, dans des endroits plus transparents des lames minces, on croit voir une infiltration brune, d'apparence vitreuse. Cependant il parait difficile d'admettre qu'un ou plusieurs des éléments pierreux de la météorite se soient liquéfiés, étant donné leur résistance à la fusion. Même dans ce cas, l'injection du silicate coloré dans les moindres fissures de clivage des cristaux s'expliquerait difficilement, ainsi que sa disparition dans la zone suivante, où on devrait s'attendre a le trouver plus développé encore; ce qui n'a pas lieu. Le fer ne contribue pas à la coloration, puisque le plus souvent il résiste encore dans la zone médiane. A en juger d'après l'aspect que présentent les zones médiane et externe, on peut présumer que la bande foncée interne n'a pas dépassé la chaleur rouge. Dans ces conditions, il n'y a guère que la pyrite magnétique, répandue sous forme d'une très fine poussière entre les divers silicates, qui ait pu subir une modification.

par se confondre avec le verre parfaitement isotrope déjà formé ; le côté concave de ce grain n'a pas encore atteint le point de fusion. Le fer qui existe parfois dans ces parties fondues s'y trouve à l'état de globules isolés ; le plus souvent il a conservé ses contours anguleux et se continue jusque contre la zone la plus externe. L'épaisseur de la bande transparente est environ le cinquième de la précédente, soit 0,04^{mm}. La troisième zone, située à l'extérieur, a supporté la plus forte chaleur ; c'est une sorte de scorie, contenant tous les minéraux de la météorite intimement mélangés et combinés par la fusion. Au microscope, vue à la lumière transmise, elle est noire, opaque ou légèrement translucide et de couleur brune ; à la lumière réfléchie, elle se colore en brun-roux et montre une structure bulleuse (1). On voit par ces détails que la chaleur reçue extérieurement par la pierre lors de son passage dans l'atmosphère, n'a pas le temps de pénétrer bien profondément, ni de modifier les minéraux qu'elle contient.

Sous cette forte amplification la nature fragmentaire des minéraux devient évidente. Partout on ne voit que des débris anguleux ou légèrement arrondis, parmi lesquels l'olivine et l'enstatite sont surtout faciles à déterminer ; leurs dimensions sont très variables. Souvent de gros fragments sont mélangés à un sable très fin, composé surtout d'olivine ; la roche ressemble donc à un tuf. (Voir la figure ci-après.) Entre ces débris et les divers métaux déjà cités on ne tarde pas à reconnaître la présence d'une matière amorphe, parfaitement translucide, incolore, remplissant tous les intervalles. Lorsqu'elle se trouve dans des vides un peu considérables (fig. 5), elle contient des grains d'olivine souvent brisés, dont les morceaux, légèrement disjoints, nagent dans la matière vitreuse ; toutes les fois que les débris de la roche sont de trop petite dimension pour se soutenir mutuellement, ils tendent

(1) Cette structure zonaire de l'enduit de fusion a également été reconnu par M. Brezina. (*Sitzb. der Wiener Akad.*, t. LXXXV, p. 341.)

à se séparer ainsi et à se mélanger au ciment vitreux, ce qui nous indique une certaine mobilité de toute la masse. Le ciment incolore est souvent traversé par des veines analogues à celles qu'on voit dans des objets de verre mal fabriqués ; à la lumière polarisée il se résout en un agrégat cristallin, présentant de



Aspect du tuf météoritique de St-Denis Westrem, vu au microscope sous un grossissement de 50 diamètres. Il se compose, dans la partie qui a été figurée, de gros débris de cristaux d'olivine, mélangés à de la poussière du même minéral.

ci de là des fragments de croix noires ou des bandes sombres diversement contournées. Beaucoup plus rarement de petites parties, d'ailleurs physiquement semblables aux autres, montrent des stries analogues à celles des feldspaths tricliniques (fig. 7) (1).

(1) Peu après la découverte du feldspath plagioclase par Tschermak, dans la météorite de Môcs (*Wiener Akad.*, t. LXXXV), v. Lasaulx remarqua le premier, dans une pierre de cette même chute, l'association de ce minéral avec une matière vitreuse ayant tous les caractères que nous avons décrits plus haut (*Sitzungsb. der Niederrhein. Gesells., Bonn, 3 Juli* 1882). Brezina reconnut aussi des plages vitreuses dans une pierre de Môcs (*loco cit.*), mais elles paraissent se rattacher à l'action calorifique externe produisant la fusion jusqu'à une certaine profondeur. Tschermak a également trouvé un verre servant de ciment aux brêches macroscopiques, constituant les météorites d'Orvinio et de Chantonnay (*Wiener Akad.*, t. LXX, p. 459) ; il est noir et opaque. D'après l'analyse ce verre avait la même composition que les pierres elles-mêmes. L'identité entre les deux matières a conduit

Les chondres se détachent nettement de la masse sableuse, dans laquelle ils ne sont pas exactement enchâssés. Ils ont une structure fibro-radiée, mais le point d'où les fibres divergent est situé excentriquement ; c'est là un caractère qui les distingue des productions analogues existant dans nos roches terrestres. Dans le spécimen que nous avons figuré, le centre se trouve même placé de telle façon, que le globule affecte la forme d'un cône ; peut-être n'est-il qu'une fraction d'un globule plus considérable (fig. 6) ; on a souvent trouvé de ces chondres manifestement brisés. Un autre caractère particulier aux globules des météorites, c'est qu'ils sont composés des mêmes minéraux que la masse entourante ; ordinairement c'est l'enstatite qui se présente sous cet aspect. Leur origine est inconnue. Les uns les comparent à des grêlons, d'autres admettent qu'ils sont des produits de trituration. Plus récemment, M. Stan. Meunier en

---

l'éminent minéralogiste à comparer ces roches cosmiques aux brêches terrestres connues sous le nom de brêches éruptives.

Pour v. Lasaulx, la base vitreuse, incolore, qu'il a retrouvée dans plusieurs chondrites, serait due à la fusion partielle des éléments de la roche, ainsi qu'il a pu s'en assurer en comparant ces météorites aux échantillons de basalte fondu de M. Bleibtreu. Nous ne déciderons pas s'il en est ainsi, ou s'il y a eu injection de cette substance incolore dans les interstices du tuf météoritique. Il n'est pas rare d'y rencontrer des grains d'olivine arrondis, qui semblent partiellement fondus (de seconde formation, pour M. v. Lasaulx), mais on en voit d'autres dont les morceaux ont conservé des angles vifs. Ce n'est du reste que si l'olivine composant la masse météoritique elle-même est en petits granules, qu'on retrouve ces derniers isolés dans les cavités contenant la matière vitreuse et on voit très bien qu'ils y sont tombés ; ils manquent quand la cavité est bordée par des grains de fer ou par des débris minéraux de grandes dimensions et intacts. Aussi sommes-nous plutôt tenté d'admettre qu'il y a eu injection. Les propriétés physiques de la matière vitreuse cimentant toute la roche, la distinguent suffisamment du verre que nous avons reconnu dans les coupes de l'enduit de fusion, pour exclure l'idée d'une imprégnation pendant le trajet dans l'atmosphère. Le ciment incolore paraît être très fréquent ; nous l'avons rencontré dans la météorite de Tourinnes et dans quelques autres chondrites ; peut-être existe-t-il dans toutes les pierres de ce type. S'il a pendant longtemps échappé aux recherches, c'est à cause de sa transparence. Il convient, pour le trouver, d'employer des lames très minces et d'examiner entre nicols croisés toutes les parties de la préparation qui, à la lumière ordinaire, semblent être des vides.

se basant sur des expériences qui lui ont fourni de l'enstatite en houppes cristallisées, les a attribués à la condensation de vapeurs incandescentes (1); M. Tschermak, enfin, y voit des gouttes projetées par une éruption. Quelle que soit l'opinion à laquelle on se rallie, on doit admettre que les chondres sont un élément apporté. Leur présence fait encore ressortir la nature clastique de la roche, dont le mode de formation ne saurait être expliqué que par l'intervention de phénomènes géologiques semblables à ceux qui produisirent des roches analogues sur notre globe. C'est là un point sur lequel nous aurons à revenir plus loin.

1863.

Il existe sur cette chute des rapports circonstanciés, fournis par MM. Van Beneden (2), Fl. Desrumeaux (3), Saemann (4) et A. Thielens (5). Nous avons cherché à résumer ces récits, quoiqu'ils soient en général fort peu concordants.

Le 7 décembre 1863, vers 11 1/2 h. du matin, on entendit à Tourinnes-la-Grosse, village situé à deux lieues au sud de Louvain, deux fortes détonations, suivies de roulements et d'explosions. Les habitants sortis à la hâte de leurs demeures, eurent le temps de voir un corps noir, de forme allongée, fendre l'air dans la direction N.-S. et venir se briser sur les pavés de la route. On ramassa avec empressement les débris, encore chauds, dont plusieurs purent être conservés à la science. Deux jours après, on recueillit à 195 m. de là (à 2km. d'après M. Saemann; à l'extrémité du village d'Opvelp, suivant M. Thielens), dans un petit bois (le Perebosch), un second fragment de plus de 6 kg., qui avait été lancé dans

(1) Ces groupements bacillaires, radiés, ont été figurés par C. Vogt dans un mémoire sur *Les prétendus organismes des météorites.* (*Mémoires de l'Institut national genevois*, t. 15, 1880-83.)

(2) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1863, t. XVI, p. 621.

(3) *Les Mondes*, 1863, p. 607.

(4) *Comptes Rendus*, t. LVIII, p. 74.

(5) *Sitzungsber. der Wiener Akad.*, 1864, t. XLIX, p. 158.

une direction opposée à la première, contre un sapin de 26 cm. de circonférence, qu'il coupa net à 2 m. 28 c. du sol (l'arbre fut seulement aplati d'après M. Saemann). L'ensemble des débris fut évalué à 9 kg. environ. Nous donnerons une idée de la violence de l'explosion, en rappelant que le bruit fut perçu à Charleroi, situé à environ 10 lieues au sud.

On peut déduire de ce qui précède, que la majeure partie de la vitesse cosmique du météore était annulée après l'explosion, puisque les habitants eurent le temps de suivre la marche des débris dans l'air. La vitesse, à ce moment, était inférieure à celle du son, car le bruit a été entendu avant l'arrivée des pierres sur le sol. Mais il ne faudrait pas en conclure avec Haidinger (1), que la formation de la croûte noire appartient exclusivement à l'orbite cosmique. Il est vrai que la température des pierres n'avait pas plus de 50 à 60° au moment de leur arrivée sur le sol, sinon l'enfant qui voulut les ramasser se serait brûlé ; on peut cependant dire qu'elles n'ont pas été soumises pendant bien longtemps à une chaleur intense, car les arêtes de l'une d'elles, conservée au Muséum de Paris (2), sont remarquablement vives; donc l'enduit noir ne lui a pas emprunté beaucoup de substance. Il se sera sans doute formé lors de la rupture ; la chaleur n'ayant agi alors avec intensité à la surface de la pierre que pendant un temps fort court, n'a pu pénétrer dans l'intérieur de la matière peu conductrice.

La densité des pierres de Tourinnes est de 3,52 (Saemann, Pisani) à 3,78 (Desrumeaux). Leur aspect physique ressemble à celui des autres chondrites ; il en est de même de leur composition chimique, qui a été établie par M. Pisani (3). D'après cette analyse, que nous reproduisons, M. Pisani conclut que « les rapports d'oxygène de la partie attaquable sont comme toujours ceux de l'olivine. Pour la partie non attaquable, on a presque les rapports 2 : 1 de l'augite, mais il est probable

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1864, t. XVII, p. 137.
(2) Daubrée, *loco cit.*, p. 615, fig. 207.
(3) *Comptes Rendus*, 1864, t. LVIII, p. 169.

qu'il y a en même temps un feldspath, à cause de la présence des alcalis et de l'alumine ».

Fer	11,05
Nickel	1,30
Etain	0,17
Soufre	2,21
Fer chromé	0,71
Silice	37,47
Alumine	3,65
Oxyde ferreux	13,89
Oxyde manganeux	traces
Magnésie	24,40
Chaux	2,61
Soude et potasse	2,26
	99,72

L'analyse microscopique (1) a permis à M. Renard de reconnaître les caractères communs aux chondrites. A l'énumération des minéraux habituels, que ce savant a reconnus, nous ajouterons la substance incolore, d'aspect vitreux, dont nous avons déjà parlé, à laquelle se rapportent probablement l'alumine et les alcalis révélés par l'analyse chimique. Dans un échantillon de la même chute, ramassé à Beauvechain (à l'est de Tourinnes), nous avons vu un chondre de forme ovoïde, ayant environ 5mm de diamètre, composé de couches concentriques fibroradiées.

1868.

Nous ne possédons que des renseignements incomplets sur cette chute, qui se produisit dans des conditions assez exceptionnelles. Le P. Bellynck communiqua à l'Académie, au sujet du fragment qu'il avait en sa possession, les renseignements suivants (2) :

« Pendant la nuit du 5 au 6 juillet un violent orage éclata sur Namur, et, vers 11 heures 45 minutes, un globe de feu tomba

(1) *Annales de la Soc. belge de Microscopie*, t. V.
(2) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXVI, 1868, p. 195.

sur le toit d'une maison (n° 8) de la rue Saint-Loup. Ce corps enflammé, qui paraît être un aérolithe, brisa une tuile et la calcina en partie; sa chute coïncida avec un coup de tonnerre, et en même temps, une forte odeur de poudre se répandit et faillit suffoquer la domestique qui fut témoin du phénomène.

Ce météorite se brisa en tombant, mais on n'en retrouva qu'un fragment pesant neuf grammes ».

Dans un travail complémentaire (1) le même savant ajoute que « ce petit aérolithe affecte la forme d'un rognon assez irrégulier, mesurant 20,25 et 15^{mm} de diamètre, et il pouvait peser 10 gr. au moment de sa chute.... Sa surface inégale, fendillée, d'une couleur olivâtre, est parsemée de points jaunes brillants, mais non cristallins. En supposant qu'il ne soit qu'un fragment détaché d'une masse plus grande, la petite croûte qui le recouvre en entier indique qu'il a été isolément à l'état d'incandescence. La substance assez friable présente à l'intérieur la texture d'un agglomérat de cendres volcaniques, d'un gris très foncé, où l'on découvre des parcelles cristallines, les unes jaunes, les autres noires, mais sans éclat métallique. Sa densité, prise dans l'eau à 16°, est 3,0004, c'est-à-dire peu inférieure à la densité moyenne des aérolithes les mieux connus. Il est très magnétique, et présente des pôles contraires aux extrémités de son plus grand diamètre ». Les essais chimiques ont permis au P. Tras de reconnaître la présence du soufre, du fer, du nickel et du chrome.

Un savant spécialiste, M. Buchner, pense que ces renseignements sont trop incomplets pour permettre de ranger la pierre de Namur parmi les météorites (2). Il resterait toujours à expliquer la présence dans la cour de la maison où le phénomène s'est produit, d'une pierre dont la composition se rapproche de celle des météorites, tant par son aspect que par sa teneur en nickel et en chrome. Le fragment a été réclamé

(1) *Loco cit.*, p. 283.
(2) *Gaea*, 1869, p. 246.

quelques années plus tard par son propriétaire; actuellement on ignore ce qu'il est devenu.

III

Par les descriptions qui précèdent on aura reconnu que les météorites ne contiennent aucun des matériaux qui composent nos terrains stratifiés; jamais on n'y a rencontré de fossiles (1). Le calcaire, le quartz, en un mot tous les minéraux qui sont le résultat de l'action de l'eau, manquent dans les roches cosmiques. Leur structure brèchiforme et leur composition minéralogique les rapprochent, au contraire, de nos roches éruptives. Comme certaines de celles-ci, elles ont, après leur tassement, subi des actions mécaniques assez considérables pour qu'on puisse dire qu'elles portent les traces des convulsions qui doivent agiter les astres pendant les premières phases de leur développement. Jusque dans les images microscopiques, nous pouvons suivre les effets de ces remaniements et juger de leur universalité Souvent les roches cosmiques ont été disloquées, et les débris, broyés les uns contre les autres, ont donné naissance a des brêches, cimentées parfois par des coulées vitreuses qui s'infiltraient dans les moindres interstices. Ailleurs, des déchirures suivies de glissements produisirent, par la friction énergique des surfaces, des parties luisantes, parfois striées, connues sous le nom expressif de miroirs de frottement. Les masses métalliques mêmes, malgré leur grande ténacité, n'ont pas échappé à ces bouleversements. Les fers météoriques de Ste-Catherine (Brésil) nous en montrent un bel exemple. Ils sont constitués par une multitude de débris peu volumineux,

(1) Nous n'insisterons pas sur les observatious de M. Hahn, qui a prétendu avoir rencontré dans les lames minces des sections d'organismes inférieurs, polypiers, spongiaires, polycistines, etc. (*Les météorites et leurs organismes*, Tubingue, 1880). Ce sont les coupes de chondres, semblables à celle que nous avons reproduite fig. 6, que cet observateur a rapportées à des êtres fossiles. M. C. Vogt s'est donné la peine de réfuter les singulières théories de l'observateur allemand dans le mémoire que nous avons cité plus haut.

qui n'ont d'ailleurs pas subi de déplacement considérable, mais qui sont craquelés en tous sens. Ces morceaux sont soudés entre eux par de la pyrrhotine et de l'oxyde magnétique. M. Daubrée a émis l'opinion, étayée du reste par des expériences, que le faible déplacement relatif des éclats indique la rapidité de l'action de la force brisante. Le fractionnement est peut-être causé par des poussées subites de gaz, qui auraient simultanément produit, par leur action sur le fer, les minéraux secondaires dont le ciment est formé, ainsi que M. Stan. Meunier l'a établi (1).

En présence de tous ces faits, on ne saurait plus voir dans les météorites un résidu inutile, abandonné lors de la création des mondes; elles ont au contraire appartenu à l'un ou à l'autre de ceux-ci, jusqu'au moment où une catastrophe, réduisant l'astre en poussière, sera venue les jeter dans notre système.

Les expériences et les recherches comparatives entreprises par M. Daubrée ont eu encore un autre résultat important et inattendu, c'est d'éclairer d'un jour nouveau la question de la nature du noyau central de la terre.

Notre globe a aussi traversé la période tourmentée dont les météorites nous offrent tant de preuves, alors que son écorce peu épaisse se couvrait, par suite de contractions inégales, de ces rides gigantesques que nous appelons chaînes de montagnes et que les roches éruptives anciennes, poussées dans les crevasses, venaient s'épancher à la surface. Cependant si l'on peut présumer que les phases parcourues par la terre et l'astre ou les astres dont dérivent les météorites, ont été les mêmes, il faut reconnaître qu'il existe entre ces dernières et les roches terrestres des différences importantes. En parcourant toute la série de nos roches, jusqu'au granite, on ne rencontre que quelques laves qui puissent être comparées à certaines météo-

---

(1) *La Nature*, 1878, 2e semestre, p. 26.

rites appartenant à un groupe spécial. Ces pierres se distinguent par un enduit de fusion brillant ; elles contiennent des cristaux de pyroxène et d'un feldspath. La présence de minéraux bien cristallisés a fait donner à ce groupe le nom d'eukrites (εὔκριτος, distinct). Mais, si avec M. Daubrée, nous traversons l'ensemble des couches sédimentaires insensiblement amassées par les eaux, et que nous poursuivions notre recherche au-dessous du granite qui leur sert de support, nous trouvons des roches silicatées basiques dont plusieurs épanchements, poussés dans les fissures des assises supérieures, nous sont rendus accessibles. Ces roches, composées en majeure partie des silicates prédominants dans les météorites, se distinguent encore de toutes les autres roches du globe par leur densité très élevée. L'une d'elles, la lherzolite, formée d'un mélange d'olivine et d'enstatite, a une densité d'environ 3,5 ; une autre, la dunite, découverte à la Nouvelle Zélande par Hochstetter et qui constitue aussi les rochers de St-Paul (Atlantique), est composée des mêmes minéraux. D'après les recherches faites par M. Renard sur les échantillons de cette dernière localité, la dunite contient 75 % d'olivine et 25 % d'enstatite ; on y trouve en outre une grande quantité de granules de fer chromé ; son poids spécifique est 3,3 (1). En descendant encore, on trouverait des matériaux de plus en plus denses, dont le poids spécifique comblerait l'écart existant entre les chiffres que nous venons de donner et la valeur moyenne de la densité de la terre, c'est-à-dire 5,44 environ (Reich, 1838).

Ces rapports entre la densité des divers types de météorites, et celle des principales roches terrestres qui leur ressemblent le plus, sont rendus plus évidents par le tableau ci-dessous, qui représente en même temps une sorte de coupe idéale, où les matériaux sont superposés dans l'ordre qu'ils ont dû occuper à l'origine.

---

(1) *Annales de la Société belge de Microscopie*, t. VI, 1880.

MÉTÉORITES.	Densités.	ROCHES TERRESTRES.	Densités.
»		Terrains stratifiés	2,6
»		Granite et gneiss	2,7
»		Laves pyroxéniques	2,9
Météorites eukrites	3,0 à 3,5	»	
»		Olivine	3,3
Météorites à olivine	3,5	»	
»		Lherzolite	3,5
Météorites communes	3,5 à 3,8	»	
Polysidères	6,5 à 7,0	»	
Syssidères	7,1 à 7,8	»	
Holosidères	7,0 à 8,0	»	

C'est surtout par l'absence de fer natif que les roches terrestres se distinguent des météorites. On sait que ce métal n'existe dans notre sol qu'à l'état de combinaisons, principalement d'oxydes et de sulfures. L'étude attentive des blocs métalliques trouvés au Groënland par M. Nordenskjöld devait montrer que le fer natif existe également au sein du globe.

L'intrépide explorateur avait rencontré en 1870 des masses de fer gisant sur la plage de l'île Disco, où on alla les chercher trois ans plus tard. Se basant sur leur similitude avec les fers météoriques, il avait cru pouvoir leur attribuer une origine cosmique, et comme une roche éruptive voisine contenait de semblables fragments de fer, empâtés dans sa masse, on admit que ces énormes météorites étaient tombées au moment où la roche basaltique terrestre faisait éruption. Ces blocs offrent tous les caractères des fers météoriques ou plutôt ceux des syssidères, c'est-à-dire qu'on peut les comparer a une éponge métallique dont les vides seraient comblés par des matières pierreuses. Un savant géologue danois, M. Steenstrup, rencontra plusieurs blocs semblables dans une expédition qu'il fit à l'extrême nord. De retour en Europe, il combattit l'opinion de M. Nordenskjöld et démontra que ces masses devaient appartenir à la roche éruptive terrestre dans laquelle ils étaient enclavés, car cette dernière contenait du fer natif en grande

quantité sous forme de dentrites. D'autres savants (1) vinrent confirmer les conclusions du géologue danois et établirent définitivement l'origine terrestre du fer natif de l'île de Disco.

Un autre fait non moins important à ajouter à ceux qui jettent quelque lumière sur la constitution probable de l'intérieur de la terre, c'est l'alliage du platine, le métal le plus dense que nous connaissions, au fer, et son association au fer chromé. Or, toutes les fois que le platine a été trouvé engagé dans sa gangue, on a reconnu que celle-ci appartenait aux roches magnésiennes profondes ; d'autre part, les cours d'eaux en contact avec ces roches charrient habituellement des sables platinifères (gisements de la Nouvelle Zélande et de Bornéo).

Cette remarquable ubiquité du magnésium, confirmée tous les jours par les recherches de spectroscopie astronomique, a amené M. Daubrée à assigner une origine commune à toutes les roches qu'il contribue à former. Se basant sur une hypothèse de Davy, adoptée aussi par Elie de Beaumont, ce savant les considère comme le produit d'une sorte d'affinage, qui aurait eu pour résultat de recouvrir le globe terrestre, encore fluide, d'une scorie silicatée pâteuse, susceptible de prendre une structure cristalline en se refroidissant. Cette scorification ayant eu lieu dans une atmosphère oxydante pour les roches terrestres, le fer et les autres métaux se sont transformés en oxydes; pour les météorites au contraire elle se serait effectuée dans une atmosphère réductrice, probablement formée d'hydrogène, comme la présence de ce gaz occlus dans les pores de certains fers météoriques, semble le prouver (2).

L'écorce terrestre, une fois consolidée, a subi par l'action des eaux des modifications importantes : une foule de minéraux ont pris naissance et peu à peu une vaste enveloppe de couches sédimentaires a recouvert le globe. Nous ne retrou-

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, vol. 16, p. 452, 1879.

(2) Exceptionnellement les masses métalliques terrestres peuvent également avoir été en présence d'agents réducteurs. Le fer natif du Groënland en serait un exemple.

vons rien de semblable dans les météorites, nulle part nous ne constatons l'intervention de l'eau. Il est donc probable qu'elles proviennent d'un astre encore au début de son développement.

Si les bolides sont des débris d'astres, on peut à bon droit s'étonner de leur exiguité, car même en réunissant tous les fragments d'une des grandes chutes de pierres, on arriverait à peine à rassembler un amas de quelques mètres cubes. Pour expliquer la petitesse de ces météores, M. Tschermak, reprenant une hypothèse défendue au commencement du siècle par divers astronomes, admet qu'ils sont projetés par des volcans très puissants situés sur des astres peu volumineux, ayant par conséquent une force d'attraction insuffisante pour permettre aux masses une fois lancées, de retomber à leur surface. Elles continueraient à circuler dans l'espace, les plus grandes et les plus denses pourraient parvenir jusque sur la terre sous forme de bolides et de météorites, les plus petites et les plus friables se consumeraient dans l'atmosphère en produisant les étoiles filantes (1). Des calculs ayant pour point de départ des mesures de la force de projection de nos volcans ont montré la possibilité de cette interprétation (2).

Une autre hypothèse a été développée par M. Wolf dans une conférence reproduite par cette Revue (3). En comparant les données obtenues par l'analyse chimique des météorites et par l'analyse spectroscopique des comètes, qui ont si souvent fourni des résultats concordants, cet astronome a pu faire saisir à son auditoire les liens qui semblent unir les deux phénomènes. La segmentation de la comète de Biela, dont le retour périodique a été brusquement supprimé en 1872 par suite de la résolution de cet astre en une pluie d'étoiles filantes, montre à l'évidence que les deux météores sont identiques (4).

---

(1) *Lehrbuch der Mineralogie*, 1884, p. 566.

(2) Arago, *Astronomie populaire*, vol. IV, p. 216; 1857.

(3) *Ciel et Terre*, 1883, p. 369.

(4) Schiaparelli et Leverrier ont établi que plusieurs essaims d'étoiles filantes suivent les mêmes orbites que des comètes.

Citons aussi l'opinion de M. Stan. Meunier, qui voit dans les météorites le produit de la désagrégation totale d'une planète ayant parcouru le cycle complet de son évolution. Desséchée et fissurée en tous sens, elle se serait finalement éparpillée en débris,qui serviront à accroître la masse d'astres moins âgés (1).

Bien des points de l'histoire des météorites mériteraient de nous arrêter encore. Certains auteurs,par exemple, les ont fait intervenir dans la conservation de l'énergie solaire et d'autres n'ont pas craint de leur attribuer un rôle non moins important en les choisissant comme intermédiaires chargés d'apporter sur notre globe les germes de la vie. Mais ces conclusions reposent sur des bases bien moins solides que les précédentes.

Quoi qu'il en soit, c'est en continuant à recueillir patiemment les observations sur les chutes des météorites qu'on parviendra à dégager les lois qui les régissent (2). Les résultats aujourd'hui acquis suffisent déjà pour donner une consécration nouvelle à la théorie de Laplace ; nous pouvons con-

---

(1) M. Stan. Meunier a développé cette hypothèse dans ses divers travaux, notamment dans son *Etude descriptive, théorique et expérimentale sur les météorites*, 1867, et dans un ouvrage plus récent (*Encycl. chim.* de Fremy, t. II ; Paris, 1884), où l'auteur a réuni tout ce qui concerne la chimie des météorites. Il est regrettable qu'il ait accordé dans ce dernier livre une place si restreinte à la partie micrographique ; aussi, bien des particularités intéressantes de structure, qui méritaient certainement d'y figurer, ont-elles été négligées.

(2) Peut-être l'étude de la distribution géographique des météorites fournira-t-elle des renseignements importants. Non seulement les chutes se groupent, comme nous l'avons vu, suivant certaines contrées, mais parfois on constate qu'elles se massent dans des limites plus restreintes encore. M. Döll a démontré cette particularité en réunissant les chutes de la région Est de l'Europe ; il a reconnu qu'elles appartiennent presque toutes à une zone qui s'étend le long du 21° méridien à l'E. de Greenwich et dont la largeur est de 3° environ. Voici ces chutes :

Kaba	15 avril	1857	21° 16′
Kakowa	19 mai	1858	21° 38′
Knyahinya.	9 juin	1866	22° 30′
Ohaba	10 oct.	1857	23° 50′
Borkut	13 oct.	1852	24° 17′
Mezö-Madaras.	4 sept.	1852	24° 19′
Le fer de Lenarto.	trouvé en	1865	21° 40′

sidérer chaque chute de pierres cosmiques comme une prise d'essai, mettant les chimistes et les géologues à même de constater que les mondes sont composés des mêmes corps simples, doués des mêmes propriétés physiques et soumis aux mêmes forces. Relativement à leur origine, il appartient à l'avenir de fixer à quelle hypothèse il convient de se rallier. A en juger par les progrès que les efforts des spécialistes ont fait faire à l'étude des météorites, on peut prévoir qu'ils parviendront bientôt à infliger un démenti à l'inscription d'Ensisheim, rappelée au début de cet article.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1.

Aspect de la météorite de Saint-Denis Westrem, vüe de profil. — La flèche indique le sens du mouvement d'après Haidinger.

Fig. 2.

La même, vue de face. — A gauche d'une forte saillie, partageant la figure en deux parties égales, on voit une impression large mais peu profonde. A droite au contraire, il y en a plusieurs qui sont assez fortement marquées.

Fig. 3.

La même, vue du dessus. — Le contour de la base, visible dans cette position, a une forme hexagonale.

(Ces trois figures, prises d'après un moulage, sont dessinées en demi-grandeur naturelle.)

---

si l'on prolonge cette zone vers le Nord on rencontre les chutes de

Pultusk.	30 juin	1868	21° 23′
Oesel	13 mai	1855	22° 30′
Bialystock	3 oct.	1827	23° 10′

vers le Sud on trouve

Soko Banja.	13 oct.	1877	20° 53′
Widdin.			22° 25′
Larissa	7 juin	1827	22° 35′
Seres.	18 juin	1818	23° 25′

Plus récemment M. Döll a encore ajouté les localités suivantes.

Zsadany.	31 mars	1875	
Mócs.	3 févr.	1882	24° 2′

(*Verhandl. d. K. K. geol. Reichsanstalt*, 1882.)

Fig. 4.

Partie d'une lame mince de la météorite sous un faible grossissement. — L'enduit de fusion *(a)* est formé de trois zones ayant les épaisseurs suivantes : l'interne, opaque, 0,2^{mm}; la médiane, transparente, 0,03^{mm} environ; l'externe, opaque et irrégulière. 0,015 à 0,08^{mm}. La masse de la roche se compose de débris de silicates et de grains irréguliers de fer nickelifère et de pyrite (en noir). En *(b)* on voit la coupe d'un chondre piriforme.

(Grossissement 12 diamètres.)

Fig. 5.

Cavité entre les grains de silicates composant la météorite. — Le vide est rempli par une masse incolore vitreuse, au milieu de laquelle gisent des granules d'olivine; l'un d'eux *(a)* est brisé. Vers le bas, à gauche, les débris d'olivine tendent à se séparer.

(Grossissement 300 diamètres.)

Fig. 6.

Chondre ou globule de la figure 4 *(b) fortement agrandi.* — Il se compose d'enstatite fibroradiée. La masse entourante ne l'enclave pas exactement ; le petit vide est comblé par la matière vitreuse. Il est parsemé de points de fer et de pyrite. (Grossissement 55 diamètres.)

Fig. 7.

Cavité entre des grains de silicates et de fer. — Elle est comblée par la matière vitreuse incolore. Une partie de celle-ci présente à la lumière polarisée des stries analogues à celles d'un feldspath plagioclase.

(Grossissement 400 diamètres.)

Fig. 8.

Partie de l'enduit de fusion de la figure 4 *(a) considérablement agrandi.* — La zone interne, opaque *(in.)* est noire-brunâtre ; ce n'est que sur le bord qu'on peut voir qu'elle est due au dépôt d'une substance noire, parfois brunâtre, dans les interstices des grains de silicates. Dans la zone médiane transparente *(méd.)*, les grains de silicates soudés par la chaleur deviennent indistincts et se fondent en un verre clair, isotrope. Au centre, un débris d'olivine, plus considérable, a résisté en partie à la fusion. Le côté tourné vers l'extérieur est entouré de gaînes claires, dont l'une porte une striation due à de petites aiguilles, indiquant un commencement de dévitrification. Le noyau central a conservé ses propriétés optiques. Dans cette zone la coloration noire a disparu. La zone externe *(ex.)*, noire et opaque, d'épaisseur irrégulière, recouvre le tout ; parfois elle est encore surmontée de petites parties de verre incolore. Le côté gauche du dessin est limité par un fragment de fer ; il ne s'est pas mélangé aux parties vitrifiées, si ce n'est dans la zone externe, où la fusion de ce métal est toujours complète. (Grossissement 230 diamètres.)

Fig. 9.

Structure zonaire de l'enduit de fusion. — La fusion des éléments est plus complète que dans la partie représentée par le dessin précédent. Plusieurs grains de la zone médiane ont leur extrémité libre arrondie et entourée de verre; d'autres se sont isolés. L'un d'eux (*a*) possède un contour vague et présente des signes de dévitrification à la surface. De nombreux pores gazeux se sont formés dans le verre. La zone externe a donné naissance à une production cristallitique (*b*). Ces détails et ceux de la figure précédente nous semblent indiquer suffisamment que l'enduit noir est bien le résultat de la fusion des éléments de la météorite, et non d'une action mécanique, comparable au polissage.

(Grossissement 200 diamètres).